

1670334 1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-339361

(P2001-339361A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 1 4
H 0 4 L 1/00		H 0 4 L 1/00	B 5 K 0 2 2

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-158561(P2000-158561)

(22) 出願日 平成12年5月29日 (2000.5.29)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 北川 恵一

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 須増 淳

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

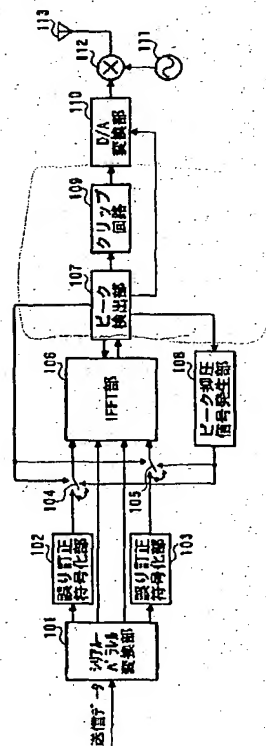
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア通信装置およびマルチキャリア通信方法

(57) 【要約】

【課題】 伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧すること。

【解決手段】 シリアル／パラレル変換部101は、一
系列の送信データを複数系列の送信データに変換し、第
1系列および第4系列の送信データをそれぞれ誤り訂正
符号化部102および103に出力し、第2系列および
第3系列の送信データをIFFT部106に出力する。
IFFT部106は、第2系列および第3系列の送信デ
ータ、ならびに、誤り訂正符号化処理後の第1系列およ
び第4系列の送信データを用いてOFDM信号を生成す
る。ピーク検出部107は、生成されたOFDM信号の
ピーク電力を検出する。IFFT部106は、検出され
たピーク電力が閾値を超えた場合には、第1系列およ
び第4系列の送信データに代えてピーク抑圧信号発生部1
08からのピーク抑圧信号を用いてOFDM信号を再生
成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一系列の情報信号を複数系列の情報信号に変換する変換手段と、複数系列の情報信号のそれぞれを系列固有の搬送波に対して重畳することによりマルチキャリア信号を生成する生成手段と、前記マルチキャリア信号のピーク電力を検出するピーク電力検出手段と、前記ピーク電力が閾値を超えたときに、前記搬送波のうちの特定搬送波に対して情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳し、前記ピーク電力が閾値を超えた際のマルチキャリア信号を再生成する再生成手段と、を具備することを特徴とするマルチキャリア通信装置。

【請求項2】 変換手段は、複数系列の情報信号のうち所定の系列の情報信号に対して誤り訂正符号化処理を施し、生成手段は、誤り訂正符号化処理がなされた各系列の情報信号を系列固有の特定搬送波に対して重畳することを特徴とする請求項1に記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項3】 再生成手段は、特定搬送波として、すべての搬送波の中から選択した少なくとも1つの搬送波を用いることを特徴とする請求項1に記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項4】 再生成手段は、ピーク電力を抑圧するための信号として、ランダムな信号を用いることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項5】 再生成手段は、ピーク電力を抑圧するための信号として、振幅および位相が制限された信号を用い、再生成手段は、あらかじめ演算されたマルチキャリア信号の生成結果を記憶する記憶手段を具備し、記憶された生成結果を用いてマルチキャリア信号を再生成することを特徴とする請求項4に記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項6】 再生成手段は、ピーク電力を抑圧するための信号として、振幅が略零の信号を用いることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項7】 生成手段により生成されたマルチキャリア信号のうち、ピーク電力が閾値を超えるマルチキャリア信号に対して、クリッピング処理を行うクリッピング手段を具備することを特徴とする請求項1から請求項6に記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項8】 請求項1から請求項7のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置を備えたことを特徴とする通信端末装置。

【請求項9】 請求項1から請求項7のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項10】 一系列の情報信号を複数系列の情報信号に変換する変換工程と、複数系列の情報信号のそれぞ

れを系列固有の搬送波に対して重畳することによりマルチキャリア信号を生成する生成工程と、前記マルチキャリア信号のピーク電力を検出するピーク電力検出工程と、前記ピーク電力が閾値を超えたときに、前記搬送波のうちの特定搬送波に対して情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳し、前記ピーク電力が閾値を超えた際のマルチキャリア信号を再生成する再生成工程と、を具備することを特徴とするマルチキャリア通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチキャリア伝送方式の通信装置に関し、特にピーク電力を抑圧するマルチキャリア伝送方式の通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のピーク電力を抑圧するマルチキャリア伝送方式の通信装置としては、信学技報RCS99-144(1999-11)「マルチキャリア伝送におけるパリティキャリアを用いたピーク電力抑圧方式」に記載のものがある。以下、上記従来のマルチキャリア伝送方式の通信装置について説明する。

【0003】マルチキャリア伝送方式においては、平均電力に対するピーク電力が、キャリア数に比例して大きくなるという欠点がある。このため、電力増幅器における非線形歪みの影響が大きくなるので、対域外へのスペクトル放射が増加することになる。

【0004】このような問題を解決するために、ある閾値を越えるピーク電力が現れる時刻に、マルチキャリア信号と逆位相となるような補償信号を発生させ、この信号を補償キャリア(パリティキャリア)と呼ばれる特定のキャリア(情報信号を伝送するためのキャリアとは別に設けられたキャリア)に配置してマルチキャリア信号を生成する。これにより、マルチキャリア信号のピーク電力を抑圧することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のマルチキャリア伝送方式の通信装置においては、次のような問題がある。すなわち、補償キャリアに補償信号を配置することにより、マルチキャリア信号のピーク電力を抑圧することが可能となるものの、この補償キャリアの分だけ、情報信号を伝送するためのキャリア(以下「情報キャリア」という。)の総数が減少する。すなわち、補償キャリアは、ピーク電力の抑圧には寄与するキャリアであるが、情報伝送には寄与しないキャリアとすることができる。この結果、上記従来のマルチキャリア伝送方式の通信装置においては、伝送効率が低下するという問題がある。

【0006】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を提供することを目的とす

る。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のマルチキャリア通信装置は、一系列の情報信号を複数系列の情報信号に変換する変換手段と、複数系列の情報信号のそれぞれを系列固有の搬送波に対して重畳することによりマルチキャリア信号を生成する生成手段と、前記マルチキャリア信号のピーク電力を検出するピーク電力検出手段と、前記ピーク電力が閾値を超えたときに、前記搬送波のうちの特定搬送波に対して情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳し、前記ピーク電力が閾値を超えた際のマルチキャリア信号を再生成する再生成手段と、を具備する構成を採る。

【0008】この構成によれば、マルチキャリア信号にピーク電力が発生しない場合には、すべての搬送波に対して情報信号を重畳し、マルチキャリア信号にピーク電力が発生した場合には、すべての搬送波のうちの特定搬送波に対して、情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳することにより、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧することができる。

【0009】本発明のマルチキャリア通信装置は、変換手段が、複数系列の情報信号のうち所定の系列の情報信号に対して誤り訂正符号化処理を施し、生成手段が、誤り訂正符号化処理がなされた各系列の情報信号を系列固有の特定搬送波に対して重畳する構成を採る。

【0010】この構成によれば、所定の系列の情報信号は誤り訂正符号化処理が施されていることにより、上記系列の情報信号の伝送を行う搬送波に、情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号が重畳されても、上記系列の情報信号は、受信装置において、誤り訂正復号化処理がなされることにより、良好な品質で受信される。

【0011】本発明のマルチキャリア通信装置は、再生成手段が、特定搬送波として、すべての搬送波の中から選択した少なくとも1つの搬送波を用いる構成を採る。

【0012】この構成によれば、ピーク抑圧状態においては、特定搬送波による情報信号の伝送を停止することにより、マルチキャリア信号におけるピーク電力を確実に抑圧できるとともに、通常状態においては、情報信号をすべての搬送波に重畳することにより、伝送効率の低下を抑えることができる。

【0013】本発明のマルチキャリア通信装置は、再生成手段が、ピーク電力を抑圧するための信号として、ランダムな信号を用いる構成を採る。

【0014】この構成によれば、ピーク電力を抑圧するための信号として、ランダムな信号を用いることにより、マルチキャリア信号の信号振幅を小さくすることができるので、ピーク電力が抑圧されたマルチキャリア信号を再生成することができる。

【0015】本発明のマルチキャリア通信装置は、再生

成手段が、ピーク電力を抑圧するための信号として、振幅および位相が制限された信号を用い、再生成手段が、あらかじめ演算されたマルチキャリア信号の生成結果を記憶する記憶手段を具備し、記憶された生成結果を用いてマルチキャリア信号を再生成する構成を採る。

【0016】この構成によれば、総サブキャリア数が少なければ、あらかじめIFFT演算結果をオフラインで演算しておき、この演算結果を記憶しておくことが可能となる。これにより、搬送波に重畳される信号に応じて、生成されるマルチキャリア信号を一義的に得ることができるので、マルチキャリア信号を生成する際の演算量を減少させることができる。

【0017】本発明のマルチキャリア通信装置は、再生成手段が、ピーク電力を抑圧するための信号として、振幅が略零の信号を用いる構成を採る。

【0018】この構成によれば、情報信号の伝送を行わない搬送波を設けることにより、マルチキャリア信号の信号振幅を小さくすることができるので、ピーク電力が抑圧されたマルチキャリア信号を再生成することができる。

【0019】本発明のマルチキャリア通信装置は、生成手段により生成されたマルチキャリア信号のうち、ピーク電力が閾値を超えるマルチキャリア信号に対して、クリッピング処理を行うクリッピング手段を具備する構成を採る。

【0020】この構成によれば、ピーク電力を抑圧するための信号を特定搬送波に重畳して再生成されたマルチキャリア信号のピーク電力を閾値以下に抑圧することができる場合においても、最初に生成されたマルチキャリア信号のピーク電力をクリッピング処理により抑えることができるので、電力増幅器における非線形歪みの影響を小さくすることができる。

【0021】本発明の通信端末装置は、上記いずれかのマルチキャリア通信装置を備えた構成を採る。

【0022】この構成によれば、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を搭載することにより、電力増幅器における非線形歪みの影響を小さくし、対域外へのスペクトル放射を抑えることができる。

【0023】本発明の基地局装置は、上記いずれかのマルチキャリア通信装置を備えた構成を採る。

【0024】この構成によれば、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を搭載することにより、電力増幅器における非線形歪みの影響を小さくし、対域外へのスペクトル放射を抑えることができる。

【0025】本発明のマルチキャリア通信方法は、一系列の情報信号を複数系列の情報信号に変換する変換工程と、複数系列の情報信号のそれぞれを系列固有の搬送波に対して重畳することによりマルチキャリア信号を生成

する生成工程と、前記マルチキャリア信号のピーク電力を検出するピーク電力検出工程と、前記ピーク電力が閾値を超えたときに、前記搬送波のうちの特定搬送波に対して情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳し、前記ピーク電力が閾値を超えた際のマルチキャリア信号を再生成する再生成工程と、を具備するようにした。

【0026】この方法によれば、マルチキャリア信号にピーク電力が発生しない場合には、すべての搬送波に対して情報信号を重畳し、マルチキャリア信号にピーク電力が発生した場合には、すべての搬送波のうちの特定搬送波に対して、情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳することにより、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明者らは、ピーク電力を抑圧する信号のみを伝送するための搬送波は、マルチキャリア信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合において、情報信号を伝送するための搬送波として用いることが可能であることに着目し、マルチキャリア信号に閾値を超えるピーク電力が発生しない場合には、すべての搬送波を情報信号の伝送に用いることにより、伝送効率の低下を抑えることが可能となることを見出し本発明をするに至った。

【0028】本発明の骨子は、マルチキャリア信号にピーク電力が発生しない場合には、すべての搬送波に対して情報信号を重畳し、マルチキャリア信号にピーク電力が発生した場合には、すべての搬送波のうちの特定搬送波に対して、情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳するようにしたことである。

【0029】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の実施の形態においては、用いるサブキャリアの数を4とした場合を例にとり説明する。

【0030】（実施の形態1）本実施の形態は、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、ピーク抑圧信号および情報信号の両方を伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるものである。

【0031】図1は、本発明の実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図である。図1において、シリアル→パラレル（以下「S/P」という。）変換部101は、一系列の送信データを変換する。なお、ここでの系列数は総サブキャリア数に相当する。ここで、便宜上、図1に示す複数系列の送信データを、上部から下部にかけて第1系列～第4系列の送信データと称する。

【0032】S/P変換部101は、第2系列の送信デ

ータおよび第3系列の送信データとして、標準レート of 送信データを逆高速フーリエ変換（Inverse Fast Fourier Transform；以下「IFFT」という。）部106に送る。また、S/P変換部101は、第1系列の送信データおよび第4系列の送信データとして、低レートの送信データを、それぞれ誤り訂正符号化部102および誤り訂正符号化部103に送る。

【0033】誤り訂正符号化部102および誤り訂正符号化部103は、それぞれ第1系列の送信データおよび第4系列の送信データに対して所定の誤り訂正符号化処理を行い、誤り訂正符号化処理後の送信データをそれぞれスイッチ104およびスイッチ105に送る。

【0034】ピーク抑圧信号発生部108は、後述するピーク検出部107における検出結果に基づいて、スイッチ104およびスイッチ105に対するピーク抑圧信号の発生を行う。なお、ピーク抑圧信号の詳細については後述する。

【0035】スイッチ104は、後述するピーク検出部107による制御を受けて、誤り訂正符号化部102からの第1系列の送信データまたはピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号を、IFFT部106に対して出力する。また、スイッチ105は、後述するピーク検出部107による制御を受けて、誤り訂正符号化部103からの第4系列の送信データまたはピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号を、IFFT部106に対して出力する。

【0036】IFFT部106は、後述するピーク検出部107の制御を受けて、第1系列の送信データ～第4系列の送信データを用いて、または、第2系列の送信データ、第3系列の送信データおよび2つのピーク抑圧信号を用いて、シンボル単位でIFFT（逆高速フーリエ変換）処理を行うことにより、周波数分割多重処理を行う。

【0037】IFFT部106は、この周波数分割多重処理により、第1系列の送信データ～第4系列の送信データがサブキャリアが重畳されたOFDM信号（マルチキャリア信号）、または、第2系列の送信データ、第3系列の送信データおよび2つのピーク抑圧信号がサブキャリアに重畳されたOFDM信号（マルチキャリア信号）をシンボル単位で生成し、生成したシンボル単位のOFDM信号をピーク検出部107に送る。ここで、説明を簡単にするために、第1系列の送信データまたはピーク抑圧信号が重畳されるサブキャリアを「第1サブキャリア」とし、第2系列の送信データが重畳されるサブキャリアを「第2サブキャリア」とし、第3系列の送信データが重畳されるサブキャリアを「第3サブキャリア」とし、第4系列の送信データまたはピーク抑圧信号が重畳されるサブキャリアを「第4サブキャリア」とする。

【0038】ピーク検出部107は、IFFT部106

からのOFDM信号の電力をシンボル単位で測定し、各シンボルにおけるOFDM信号について、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かを検出する。ピーク検出部107は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号をD/A変換部110に送る。

【0039】また、ピーク検出部107は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号を一時的に記憶するとともに、IFFT部106、ピーク抑圧信号発生部108、スイッチ104およびスイッチ105を次のように制御する。

【0040】すなわち、まず、ピーク検出部107は、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行うように、IFFT部106を制御する。さらに、ピーク検出部107は、ピーク抑圧信号発生部108に対してピーク抑圧信号を発生するように制御する。

【0041】また、ピーク検出部107は、誤り訂正符号化部102からの第1系列の送信データに代えてピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に出力するように、スイッチ104を制御するとともに、誤り訂正符号化部103からの第4系列の送信データに代えてピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に出力するように、スイッチ105を制御する。

【0042】これにより、IFFT部106は、第2系列の送信データ、第3系列の送信データおよび2つのピーク抑圧信号を用いて、ピーク検出部107において閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号を再生成することができる。なお、IFFT部106により用いられる上記第2系列の送信データおよび第3系列の送信データは、それぞれピーク電力が発生したシンボルにおける第2系列の送信データおよび第3系列の送信データと同一である。

【0043】また、ピーク検出部107は、IFFT部106により再生成されたOFDM信号にも依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、第1繰り返し数が規定数に達するまで、ピーク抑圧信号発生部108に対してピーク抑圧信号を発生させるとともに、ピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を続行するようにIFFT部106を制御する。このとき、ピーク検出部107は、第1繰り返し数が規定数に達したときには、一時的に保持された当該シンボルにおけるOFDM信号をクリップ回路109に送る。

【0044】クリップ回路109は、ピーク検出部107からのOFDM信号に対してクリッピング処理を行い、クリッピング処理後のOFDM信号をD/A変換部

110に送る。

【0045】D/A変換部110は、ピーク検出部107またはクリップ回路109からのOFDM信号に対してD/A変換処理を行うことにより、OFDM信号をアナログ信号に変換する。

【0046】乗算部112は、アナログ信号に変換されたOFDM信号と発振器111からのローカル信号とを乗算することにより、アナログ信号に変換されたOFDM信号に対して変調処理を行う。変調処理後のOFDM信号は、アンテナ113を介して通信相手に対して送信される。

【0047】図2は、本発明の実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成を示すブロック図である。図2において、通信相手により送信された信号が、アンテナ201により受信される。なお、上記通信相手は図1に示した構成を具備するものである。

【0048】乗算部203は、アンテナ201により受信された信号（受信信号）と発振器202からのローカル信号とを乗算することにより、復調信号を生成する。A/D変換部204は、乗算部203からの復調信号に対してA/D変換処理を行うことにより、復調信号をデジタル信号に変換する。

【0049】高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform；以下「FFT」という。）部205は、デジタル信号に変換された復調信号に対してFFT（高速フーリエ変換）処理を行うことにより、各サブキャリア（すなわち第1サブキャリア～第4サブキャリア）により伝送された信号を抽出する。ここで、説明を簡単にするために、第1サブキャリア～第4サブキャリアにより伝送された信号を、それぞれ「第1復調信号」～「第4復調信号」とする。

【0050】このFFT部205は、第1復調信号および第4復調信号をそれぞれ誤り訂正復号部206および誤り訂正復号部207に送り、第2復調信号および第3復調信号をパラレル-シリアル（以下「P/S」という。）変換部208に送る。

【0051】誤り訂正復号部206は、第1復調信号に対して誤り訂正復号処理を行い、誤り訂正復号処理後の第1復調信号をP/S変換部208に送る。誤り訂正復号部207は、第4復調信号に対して誤り訂正復号処理を行い、誤り訂正復号処理後の第4復調信号をP/S変換部208に送る。なお、誤り訂正復号部206および誤り訂正復号部207により用いられる誤り訂正復号処理は、通信相手により用いられた誤り訂正符号化処理に対応するものである。

【0052】P/S変換部208は、複数系列の復調信号（すなわち、誤り訂正復号処理後の第1復調信号および第4復調信号と、第2復調信号および第3復調信号）を一系列の復号データに変換する。

【0053】次いで、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の動作、および、この送信装置と無線通信を行う受信装置の動作について、図1および図2とともに図3(a)および図3(b)を参照して説明する。図3(a)および図3(b)は、本発明の実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置におけるIFFT部106に入力される送信データの様子の一例を示す模式図である。

【0054】図1において、一列の送信データは、S/P変換部101により、第1系列～第4系列の送信データに変換される。第2系列の送信データおよび第3系列の送信データは、その情報伝送速度が標準レートとされてIFFT部106に送られる。第1系列の送信データおよび第4系列の送信データは、その情報伝送速度が低レートとされて、それぞれ誤り訂正符号化部102および誤り訂正符号化部103に送られる。ここで、第1系列の送信データおよび第4系列の送信データが第2系列の送信データおよび第3系列の送信データに比べて低レートとされるのは、第1系列の送信データおよび第4系列の送信データの誤り訂正符号化処理後のレートが第2系列の送信データおよび第3系列の送信データのレートと等しくなるようにするためである。

【0055】第1系列の送信データおよび第4系列の送信データは、それぞれ、誤り訂正符号化部102および誤り訂正符号化部103により、所定の誤り訂正符号化処理がなされる。ここで、上記所定の誤り訂正符号化処理としては、ブロック符号(ハミング符号、BCH符号、リードソロモン符号やファイヤ符号等)を用いた誤り訂正符号化処理を用いることも可能であり、畳み込み符号(ターボ符号、自己直交符号、ハーゲルバーガ符号や岩垂符号等)を用いた誤り訂正符号化処理を用いることも可能である。

【0056】誤り訂正符号化部102および誤り訂正符号化部103により誤り訂正符号化処理がなされた第1系列の送信データおよび第4系列の送信データは、それぞれ、スイッチ104およびスイッチ105に送られる。なお、誤り訂正符号化処理がなされた第1系列の送信データおよび第4系列の送信データのレートは、この誤り訂正処理により、第2系列の送信データおよび第3系列の送信データのレートと等しくなっている。

【0057】本装置が通常状態(IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力がピーク検出部107により検出されていない場合)にある場合には、ピーク検出部107により、スイッチ104およびスイッチ105は、それぞれ、誤り訂正符号化部102からの第1系列の送信データおよび誤り訂正符号化部103からの第4系列の送信データをIFFT部106に出力するように制御される。これにより、IFFT部106には第1系列～第4系列の送信データが入力される。IFFT部106に入力される第1系列～第

4系列の送信データは、すべて同じレートとなっている(図3(a)参照)。

【0058】IFFT部106においては、第1系列～第4系列の送信データを用いたIFFT処理(すなわち周波数分割多重処理)が行われる。この周波数分割多重処理により、第1系列～第4系列の送信データがそれぞれ第1サブキャリア～第4サブキャリアに重畳されたOFDM信号が生成される。生成されたOFDM信号は、ピーク検出部107に送られる。

【0059】ピーク検出部107においては、IFFT部106からのOFDM信号の電力がシンボル単位で測定され、各シンボルにおけるOFDM信号に、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かが検出される。

【0060】IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。

【0061】逆に、IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号は、一時的に記憶されるとともに、本装置は通常状態からピーク抑圧状態に移行する。例えば、図3(a)を参照するに、シンボル301におけるOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このシンボル301におけるOFDM信号は一時的に記憶されるとともに、本装置は通常状態からピーク抑圧状態に移行する。なお、シンボル301におけるOFDM信号は、第1系列～第4系列の信号としてそれぞれ信号「S1」～信号「S4」を用いたIFFT処理により生成された信号である。

【0062】本装置がピーク抑圧状態に移行した場合には、次のような処理がなされる。すなわち、ピーク検出部107からIFFT部106に対して、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が送られる。さらに、ピーク検出部107からピーク抑圧信号発生部108に対して、スイッチ104およびスイッチ105にピーク抑圧信号を出力する旨の制御信号が送られる。また、ピーク検出部107からスイッチ104に対して、誤り訂正符号化部102からの第1系列の送信データに代えてピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に出力する旨の制御信号が送られるとともに、ピーク検出部107からスイッチ105に対して、誤り訂正符号化部103からの第4系列の送信データに代えてピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に対して出力する旨の制御信号が送られる。

【0063】ピーク検出部107から上記制御信号を受信したピーク抑圧信号発生部108においては、スイッチ104およびスイッチ105に対するピーク抑圧信号

の発生が行われる。

【0064】ここで、ピーク検出部107により発生されるピーク抑圧信号は、次のようなものである。すなわち、第1系列および第4系列の送信データに置き換わる信号として適当な（ランダムな）信号が発生される。なお、スイッチ104およびスイッチ105に出力するピーク抑圧信号を、相互に同一な信号としてもよいし、相互に異なる信号としてもよい。ただし、この適当な信号は、IFFT部106の回路規模に応じて、①振幅および位相が制限されていない信号、②振幅が制限された信号、③位相が制限された信号、④振幅および位相が制限された信号、等の中から選択される。

【0065】特に、ピーク抑圧信号として④が用いられた場合（すなわち、振幅および位相が制限されているQPSK方式等の信号が用いられた場合）には、総サブキャリア数が少なければ、あらかじめIFFT演算結果をオフラインで演算しておき、この演算結果をルック・アップ・テーブルとして記憶することが可能となる。この結果、このルック・アップ・テーブルを用いることにより、IFFT部106に入力される信号に応じて、IFFT演算結果が一義的に得られる。これにより、IFFT部106における演算量を減少させることができるとともに、IFFT部106の回路規模を小さくすることができる。

【0066】さらに、ピーク抑圧信号として②あるいは③が用いられた場合にも、IFFT部106への入力される信号が限定されることとなるので、IFFT演算を行う演算器を簡略化することが可能であり、また、あらかじめIFFT演算結果をオフラインで演算しておくことも可能である。これにより、IFFT部の回路規模を小さくすることができる。

【0067】本実施の形態では、ピーク抑圧信号として適当な（ランダムな）信号を用いてOFDM信号を生成し、生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が依然として発生している場合には、ピーク抑圧信号として上記とはまた別の適当な（ランダムな）信号を用いてOFDM信号を生成するという手順を採る。

【0068】この結果、IFFT部106には、第2系列および第3系列の送信データとともに、第1系列および第4系列の送信データに代えてピーク抑圧信号が入力されることになる。例えば、図3（b）を参照するに、上述したシンボル301におけるOFDM信号を再生成するために、IFFT部106には、信号「S2」および信号「S3」とともに、信号「S1」および信号「S4」に代えてそれぞれピーク抑圧信号「P1」およびピーク抑圧信号「P2」が入力される。なお、信号「S2」および信号「S3」は、それぞれ上述した通常状態時（図3（a））にIFFT部106に入力された信号「S2」および信号「S3」と同一なものである。

【0069】IFFT部106においては、ピーク検出

部107からの制御信号により、本装置がピーク抑圧状態に移行したことが認識される。この結果、IFFT部106においては、ピーク検出部107で閾値を超えるピーク電力が発生したシンボル（シンボル301）におけるOFDM信号が再生成される。すなわち、第1サブキャリアおよび第4サブキャリアにピーク抑圧信号が重畳され、第2サブキャリアおよび第3サブキャリアにそれぞれ第2系列および第3系列の送信データが重畳されたOFDM信号が生成される。例えば、図3（b）を参照するに、ピーク抑圧信号「P1」およびピーク抑圧信号「P2」がそれぞれ第1サブキャリアおよび第4サブキャリアに重畳され、信号「S2」および信号「S3」がそれぞれ第2サブキャリアおよび第3サブキャリアに重畳されたOFDM信号が生成される。

【0070】ここで、IFFT部106に入力されたピーク抑圧信号は、適当な（ランダムな）信号であるので、IFFT部106により生成されるOFDM信号のピーク電力を抑圧する可能性のある信号である。したがって、IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク電力が抑圧されたものとなる可能性がある。

【0071】IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部107により、上述したように、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、この再生成されたOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。

【0072】逆に、再生成されたOFDM信号に依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、ピーク検出部107からIFFT部106に対して、当該シンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が送られ、ピーク検出部107からピーク抑圧信号発生部108に対して、スイッチ104およびスイッチ105にピーク抑圧信号を出力する旨の制御信号が再度送られる。このとき、ピーク検出部107においては、OFDM信号の再生成についての第1繰り返し数が増加される。

【0073】この制御信号を受信したピーク抑圧信号発生部108においては、スイッチ104およびスイッチ105に対するピーク抑圧信号の発生が再度行われる。ただし、このとき、ピーク抑圧信号として、上述した適当な信号とはまた別の適当な信号が発生される。

【0074】この結果、IFFT部106においては、新たなピーク抑圧信号を用いて、ピーク検出部107で閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号が再生成され、再生成されたOFDM信号は、上述したように、ピーク検出部107により、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。

【0075】以後、再生成されたOFDM信号に閾値を

超えるピーク電力が発生しなくなるまで、ピーク抑圧信号が別の適当な信号に更新されながら、上述したような同一シンボルにおけるOFDM信号の再生成が繰り返される。ただし、第1繰り返し数が規定数に達した場合には、ピーク検出部107により一時的に記憶されたOFDM信号がクリップ回路109に送られる。

【0076】この一時的に記憶されたOFDM信号は、クリップ回路109によりクリッピング処理がなされる。クリップ回路109におけるクリッピング処理としては、OFDM信号における閾値以上の電力をカットする方式や、OFDM信号の全体的なレベルを下げることでこのOFDM信号の電力を閾値以下とする方式等を用いることができる。

【0077】クリッピング処理がなされたOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。この結果、本装置はピーク抑圧状態から通常状態に移行する。

【0078】D/A変換部110においては、ピーク検出部107またはクリップ回路109からのOFDM信号は、D/A変換処理がなされることによりアナログ信号に変換される。アナログ信号に変換されたOFDM信号は、乗算部112において、発振器111からのローカル信号と乗算されることにより変調処理がなされる。変調処理後のOFDM信号は、アンテナ113を介して図2に示す受信装置に送信される。

【0079】図2において、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置により送信された信号はアンテナ201により受信される。アンテナ201により受信された信号（受信信号）が乗算部203において発振器202からのローカル信号と乗算されることにより、復調信号が生成される。生成された復調信号は、A/D変換部204において、A/D変換処理がなされることによりデジタル信号に変換される。

【0080】デジタル信号に変換された復調信号がFFT部205においてFFT処理がなされることにより、第1サブキャリア～第4サブキャリアにより伝送された各信号が抽出される。すなわち、FFT部205において、第1復調信号～第4復調信号が抽出される。本実施の形態においては、抽出された第1復調信号～第4復調信号は、それぞれ、図3（b）に示した第1サブキャリア～第4サブキャリアにより重畳された信号に相当する。

【0081】第1復調信号および第4復調信号は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおいて、ピーク抑圧信号を含んだものとなる。例えば、図3（b）を参照するに、第1復調信号および第4復調信号は、シンボル301においては、通常の情報信号ではなくピーク抑圧信号を含んでいる。このピーク抑圧信号は、本受信装置にとっては不必要な妨害信号成分となる。このため、第1復調信号および第4復調信号は、このままでは誤りを含んだ信号となる可能性があ

る。

【0082】そこで、第1復調信号および第4復調信号は、それぞれ誤り訂正復号部206および誤り訂正復号部207に送られる。また、第2復調信号および第3復調信号は、ともにP/S変換部208に送られる。

【0083】第1復調信号および第4復調信号は、それぞれ誤り訂正復号部206および誤り訂正符号化部207により誤り訂正復号処理がなされる。これにより、第1復調信号および第4復調信号におけるピーク抑圧信号に対応する部分は、適切な信号に訂正される。例えば、図3（a）および図3（b）を参照するに、第1復調信号における信号「P1」および信号「P2」は、誤り訂正処理により、それぞれ送信装置における誤り訂正符号化処理前の情報信号に訂正される。誤り訂正処理後の第1復調信号および第4復調信号は、P/S変換部208に送られる。

【0084】P/S変換部208においては、第2復調信号および第3復調信号、ならびに、誤り訂正復号処理後の第1復調信号および第4復調信号が、一系列の復号データに変換される。以上が、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の動作、および、この送信装置と無線通信を行う受信装置の動作である。

【0085】このように、本実施の形態においては、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、ピーク抑圧信号および情報信号の両方を伝送する補償用サブキャリアと情報信号のみを伝送する情報用サブキャリアとを設けている。

【0086】さらに、通常状態においては、情報用サブキャリアに対しては通常レートの情報信号が重畳され、補償用サブキャリアに対しては、通常レートより低いレートの情報信号に誤り訂正符号化処理が施された信号が重畳される。一方、ピーク抑圧状態においては、補償用サブキャリアに対してはピーク抑圧信号が重畳され、情報用サブキャリアに対しては通常状態と同様に情報信号が重畳される。

【0087】このような構成によれば、ピーク抑圧状態においては、ピーク抑圧信号を補償用サブキャリアに重畳することにより、OFDM信号におけるピーク電力を確実に抑圧できるとともに、通常状態においては、情報信号をすべてのサブキャリア（情報用サブキャリアおよび補償用サブキャリア）に重畳することにより、伝送効率の低下を抑えることができる。

【0088】さらに、補償用サブキャリアにより伝送される信号は、ピーク抑圧時には、情報信号でなくピーク抑圧信号（すなわち誤った信号）を含むことになるが、この補償用サブキャリアに重畳される情報信号は誤り訂正符号化処理が施されている。これにより、この補償用キャリアにより伝送された信号は、受信側装置で誤り訂

正復号化処理が施されることにより、誤った部分（ピーク抑圧信号の部分）が訂正された信号となる。すなわち、補償用サブキャリアに重畳される情報信号は、受信側装置により良好な状態で受信される。

【0089】以上のように、本実施の形態によれば、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を提供することができる。

【0090】なお、本実施の形態においては、用いるサブキャリアの数を4とした場合を例にとり説明したが、用いるサブキャリアの数に限定はない。また、本実施の形態においては、情報信号およびピーク抑圧信号が重畳される補償用サブキャリア（本実施の形態では第1サブキャリアおよび第4サブキャリア）を2つ用いた場合を例にとり説明したが、ピーク抑圧信号によるピーク電力抑圧具合等の様々な条件に応じて、補償用サブキャリアの数を変更することが可能である。

【0091】（実施の形態2）本実施の形態は、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、情報信号を伝送するためのサブキャリアのみを設け、このサブキャリアのうち所定数のサブキャリアを、OFDM信号に閾値を上回るピーク電力が発生した場合に情報信号の伝送を停止するサブキャリアとして用いるものである。

【0092】以下、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置について、図4を参照して説明する。図4は、本発明の実施の形態2にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図4における実施の形態1（図1）と同様の構成については、図1におけるものと同一の符号を付して、詳しい説明を省略する。

【0093】図4において、ピーク検出部401は、実施の形態1におけるピーク検出部107と同様に、IFFT部106からのOFDM信号の電力をシンボル単位で測定し、各シンボルにおけるOFDM信号について、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かを検出する。このピーク検出部401は、以下の点において、実施の形態1におけるピーク検出部107と相違する。

【0094】すなわち、ピーク検出部401は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号を一時的に記憶し、閾値を超えるピーク電力が発生した旨を送信停止部402に通知し、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行うようにIFFT部106を制御する。

【0095】送信停止部402は、ピーク検出部401からの通知によりOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したことを認識した場合には、誤り訂正符号化部102からIFFT部106への第1系列の送信データの出力を停止するように、スイッチ104を制御する

とともに、誤り訂正符号化部103からIFFT部106への第4系列の送信データの出力を停止するように、スイッチ105を制御する。

【0096】また、ピーク検出部401は、IFFT部106により再生成されたOFDM信号に依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、一時的に保持された当該シンボルにおけるOFDM信号をクリップ回路109に送る。

【0097】一方、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成については、実施の形態1（図2）で説明したものと同様であるので、詳しい説明を省略する。

【0098】次いで、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の動作について、再度図4を参照して説明する。本装置が通常状態にある場合には、送信停止部402により、スイッチ104およびスイッチ105は、それぞれ、誤り訂正符号化部102からの第1系列の送信データおよび誤り訂正符号化部103からの第4系列の送信データをIFFT部に出力するように制御される。

【0099】IFFT部106においては、第1系列～第4系列の送信データを用いたIFFT処理（すなわち周波数分割多重処理）が行われる。この周波数分割多重処理により、第1系列～第4系列の送信データがそれぞれ第1サブキャリア～第4サブキャリアに重畳されたOFDM信号が生成される。生成されたOFDM信号は、ピーク検出部401に送られる。

【0100】ピーク検出部401においては、IFFT部106からのOFDM信号の電力がシンボル単位で測定され、各シンボルにおけるOFDM信号に、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かが検出される。

【0101】IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。

【0102】逆に、IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号は、一時的に記憶されるとともに、本装置は通常状態からピーク抑圧状態に移行する。

【0103】本装置がピーク抑圧状態に移行した場合には、次のような処理がなされる。すなわち、ピーク検出部401からIFFT部106に対して、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が送られる。

【0104】さらに、ピーク検出部401から送信停止部402に対して、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した旨が通知される。これにより、スイッチ104は、送信停止部402により、誤り訂正符号化部102からIFFT部106に対する第1系列の送信デ

ータの出力を停止するように制御される。同様に、スイッチ105は、送信停止部402により、誤り訂正符号化部103からIFFT部106に対する第4系列の送信データの出力を停止するように制御される。

【0105】この結果、IFFT部106においては、第2系列および第3系列の送信データのみが入力された状態で、ピーク検出部401にて閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号が生成される。すなわち、第2サブキャリアおよび第3サブキャリアのみにそれぞれ第2系列および第3系列の送信データが重畳されたOFDM信号が生成される。

【0106】ここで、第1サブキャリアおよび第4サブキャリアにはいかなる信号も重畳されない。別言すれば、第1サブキャリアおよび第4サブキャリアには、振幅が略零の信号が重畳されているということができる。これにより、情報信号が重畳されるサブキャリアの数は、4つから2つに減少することになる。したがって、IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク電力が抑圧されたものとなる。

【0107】IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部401により、上述したように、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、この再生成されたOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。逆に、再生成されたOFDM信号に依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、上述した一時的に記憶されたOFDM信号がクリップ回路109に送られる。この後、本装置はピーク抑圧状態から通常状態に移行する。

【0108】クリップ回路109およびD/A変換部110の詳細は、実施の形態1と同様である。本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置により送信された変調処理後のOFDM信号は、アンテナ113を介して、図2に示した受信装置により受信される。

【0109】図2を参照するに、FFT部205においては、実施の形態1で説明したように、デジタル信号に変換された復調信号がFFT処理されることにより、第1サブキャリア～第4サブキャリアにより伝送された各信号が抽出される。すなわち、FFT部205において、第1復調信号～第4復調信号が抽出される。

【0110】第1サブキャリアおよび第4サブキャリアのそれぞれにより伝送された第1復調信号および第4復調信号は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおいて誤りを含んだものとなる。このため、第1復調信号および第4復調信号は、このままでは誤りを含んだ信号となる可能性がある。

【0111】そこで、第1復調信号および第4復調信号は、それぞれ誤り訂正復号部206および誤り訂正復号

部207に送られて、誤り訂正復号処理がなされる。これにより、第1復調信号および第4復調信号における誤った部分は、適切な信号に訂正される。

【0112】このように、本実施の形態においては、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、情報信号を伝送するための情報用サブキャリアのみを設け、このサブキャリアのうちの所定数の特定サブキャリアを、OFDM信号に閾値を上回るピーク電力が発生した場合に情報信号の伝送を停止するものとして用いる。

【0113】さらに、通常状態においては、特定サブキャリアに対しては通常レートより低いレートの情報信号に誤り訂正符号化処理が施された信号が重畳され、特定サブキャリア以外の情報用サブキャリアに対しては、通常レートの情報信号が重畳される。一方、ピーク抑圧状態においては、特定サブキャリアには情報信号が重畳されず、その他の情報用サブキャリアにのみ情報信号が重畳される。

【0114】このような構成によれば、ピーク抑圧状態においては、特定サブキャリアに情報信号を重畳しないことにより、OFDM信号におけるピーク電力を確実に抑圧できるとともに、通常状態においては、すべてのサブキャリアに情報信号を重畳することにより、伝送効率の低下を抑えることができる。

【0115】さらに、特定サブキャリアにより伝送される信号は、ピーク抑圧時には、情報信号が含まれないことになるが、この特定キャリアに重畳される情報信号は誤り訂正符号化処理が施されている。これにより、この特定サブキャリアにより伝送された信号は、受信側装置で誤り訂正復号化処理が施されることにより、誤った部分（情報信号が重畳されていない部分）が訂正された信号となる。すなわち、特定サブキャリアに重畳される情報信号は、受信側装置により良好な状態で受信される。

【0116】以上のように、本実施の形態によれば、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を提供することができる。

【0117】なお、本実施の形態においては、用いるサブキャリアの数を4とした場合を例にとり説明したが、用いるサブキャリアの数に限定はない。また、本実施の形態においては、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合に情報信号の伝送を中止する特定サブキャリアの数を2つとした場合を例にとり説明したが、情報信号の伝送中止によるピーク電力抑圧具合等の様々な条件に応じて、特定サブキャリアの数を変更することが可能である。

【0118】（実施の形態3）本実施の形態は、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、すべてのサブキャリアを、ピーク抑圧信号および情報信

号の両方を伝送することが可能なサブキャリアとして設けた上で、通常状態には、全サブキャリアに情報信号を重畳する一方、ピーク抑圧状態には、全サブキャリアの中から選択したサブキャリアにピーク抑圧信号を重畳するものである。

【0119】以下、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた通信装置について、図5を参照して説明する。図5は、本発明の実施の形態3にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図5における実施の形態1（図1）と同様の構成については、図1におけるものと同じの符号を付して、詳しい説明を省略する。

【0120】図5において、S/P変換部501は、実施の形態1におけるS/P変換部101と同様に、一列の送信データを複数系列（ここでは一例として4系列とする）の送信データに変換する。ここで、便宜上、図5に示す複数系列の送信データを、上部から下部にかけて第1系列～第4系列の送信データと称する。このS/P変換部501は、第1系列～第4系列の送信データを、すべて同レートで送信データとして、それぞれスイッチ504～スイッチ507に送る。

【0121】ピーク検出部503は、実施の形態1におけるピーク検出部107と同様に、IFFT部106からのOFDM信号の電力をシンボル単位で測定し、各シンボルにおけるOFDM信号について、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かを検出する。

【0122】このピーク検出部503は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号をD/A変換部110に送る。

【0123】また、このピーク検出部503は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号を一時的に記憶し、閾値を超えるピーク電力が発生した旨を補償キャリア決定部502に通知し、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行うようにIFFT部106を制御し、ピーク抑圧信号を発生するようにピーク抑圧信号発生部108を制御する。

【0124】さらに、このピーク検出部503は、IFFT部106により再生成されたOFDM信号にも依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、第2繰り返し数が規定数に達するまで、ピーク抑圧信号発生部108に対してピーク抑圧信号を発生させるとともに、ピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を続行するようにIFFT部106を制御する。このとき、ピーク検出部503は、第2繰り返し数が規定数に達したときには、一時的に保持された当該シンボルにおけるOFDM信号をクリップ回路109に送る。

【0125】補償キャリア決定部502は、ピーク検出部503からの通知内容に応じて、すなわち、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したか否かに応じて、スイッチ504～スイッチ507に対する切換制御を行う。

【0126】図6は、本発明の実施の形態3にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図6における実施の形態1（図2）と同様の構成については、図2におけるものと同じの符号を付して、詳しい説明を省略する。図6において、FFT部205により抽出された第1復調信号～第4復調信号は、実施の形態1と異なり、すべて誤り訂正復号処理されることなくP/S変換部208に送られる。

【0127】次いで、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の動作について、再度図5を参照して説明する。本装置が通常状態にある場合には、補償キャリア決定部502により、スイッチ504～スイッチ507は、S/P変換部501からの第1系列～第4系列の送信データをIFFT部106に出力するように制御される。

【0128】IFFT部106においては、第1系列～第4系列の送信データを用いたIFFT処理（すなわち周波数分割多重処理）が行われる。この周波数分割多重処理により、第1系列～第4系列の送信データがそれぞれ第1サブキャリア～第4サブキャリアに重畳されたOFDM信号が生成される。生成されたOFDM信号は、ピーク検出部503に送られる。

【0129】ピーク検出部503においては、IFFT部106からのOFDM信号の電力がシンボル単位で測定され、各シンボルにおけるOFDM信号に、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かが検出される。

【0130】IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。

【0131】逆に、IFFT部106からのOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号は、一時的に記憶されるとともに、本装置は通常状態からピーク抑圧状態に移行する。

【0132】本装置がピーク抑圧状態に移行した場合には、次のような処理がなされる。すなわち、ピーク検出部503からIFFT部106に対して、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が送られ、ピーク検出部503からピーク抑圧信号発生部108に対して、ピーク抑圧信号を発生する旨の制御信号が送られる。

【0133】上記制御信号を受信したピーク抑圧信号発生部108においては、スイッチ504～スイッチ507

7に対するピーク抑圧信号の出力が行われる。なお、ここでのピーク抑圧信号については、実施の形態1におけるものと同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0134】さらに、ピーク検出部503から補償キャリア決定部502に対して、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生している旨が通知される。

【0135】この通知を受けた補償キャリア決定部502により、スイッチ504～スイッチ507のうちのいずれか（ここでは一例としてスイッチ504）が、第1系列の送信データに代えて、ピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に出力するように制御される。

【0136】この後、IFFT部106においては、ピーク検出部503で閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号が再生成される。すなわち、第1サブキャリアにピーク抑圧信号が重畳され、第2サブキャリア～第4サブキャリアにそれぞれ第2系列～第4系列の送信データが重畳されたOFDM信号が生成される。IFFT演算におけるピーク抑圧信号による効果については、実施の形態1と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0137】IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部503により、上述したように、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、この再生成されたOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。

【0138】逆に、再生成されたOFDM信号に依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、ピーク検出部503からIFFT部106に対して、上記シンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が再度送られ、ピーク検出部503からピーク抑圧信号発生部108に対して、スイッチ504からスイッチ507にピーク抑圧信号を出力する旨の制御信号が再度送られる。このとき、ピーク検出部503においては、OFDM信号の再生成についての第1繰り返し数が増加される。

【0139】この制御信号を受信したピーク抑圧信号発生部108においては、スイッチ504からスイッチ507に対するピーク抑圧信号の発生が再度行われる。ただし、このとき、ピーク抑圧信号として、上述した適当な信号とはまた別の適当な信号が発生される。

【0140】この結果、IFFT部106においては、第1サブキャリアに新たなピーク抑圧信号が重畳されて、ピーク検出部503で閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号が再生成され、再生成されたOFDM信号は、上述したように、ピーク検出部503により、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。

【0141】以後、再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しなくなるまで、ピーク抑圧信号が別の適当な信号に更新されながら、上述したような同一シンボルにおけるOFDM信号の再生成が繰り返される。ただし、第1繰り返し数が規定数に達した場合には、ピーク検出部503からIFFT部106に対して、上記シンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が再度送られ、ピーク検出部503から補償キャリア決定部502に対して、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生している旨が再度通知される。このとき、ピーク検出部503においては、OFDM信号の再生成についての第2繰り返し数が増加されるとともに、第1繰り返し数はリセットされる。

【0142】この通知を受けた補償キャリア決定部502により、今度は、スイッチ504を除くスイッチ505～スイッチ507のうちのいずれか（ここでは一例としてスイッチ505）が、第2系列の送信データに代えて、ピーク抑圧信号発生部108からのピーク抑圧信号をIFFT部106に出力するように制御される。

【0143】この後、IFFT部106により上述したようなOFDM信号の再生成が行われるとともに、再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部503において、上述したように、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。

【0144】以後、再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しなくなるまで、ピーク抑圧信号が別の適当な信号に更新されながら、上述したような同一シンボルにおけるOFDM信号の再生成が繰り返される。ただし、第1繰り返し数が規定数に達した場合には、ピーク検出部503からIFFT部106に対して、上記シンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が再度送られ、ピーク検出部503から補償キャリア決定部502に対して、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生している旨が再度通知される。このとき、ピーク検出部503においては、OFDM信号の再生成についての第2繰り返し数が増加されるとともに、第1繰り返し数はリセットされる。

【0145】この後、再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しなくなるまで、情報信号に代えてピーク抑圧信号を出力するスイッチが切り換えられながら、上述したような同一シンボルにおけるOFDM信号の再生成が繰り返される。ただし、上記第2繰り返し数が規定数に達した場合には、ピーク検出部503に一時的に記憶されたOFDM信号がクリップ回路109に送られる。この後、本装置はピーク抑圧状態から通常状態に移行する。

【0146】本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置により送信された変調処理後のO

FDM信号は、アンテナ113を介して、図6に示した受信装置により受信される。

【0147】図6を参照するに、FFT部205においては、実施の形態1で説明したように、デジタル信号に変換された復調信号がFFT処理されることにより、第1サブキャリア～第4サブキャリアにより伝送された各信号が抽出される。すなわち、FFT部205において、第1復調信号～第4復調信号が抽出される。

【0148】第1サブキャリア～第4サブキャリアのそれぞれにより伝送された第1復調信号～第4復調信号の中には、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおいて誤り（ピーク抑圧信号）を含んだものが存在する可能性がある。ところが、多少の誤りが許容される場合（例えば、図5に示した送信装置におけるS/P変換部501に入力される送信データが、既に誤り訂正符号化されている場合等）には、これら第1復調信号～第4復調信号は、P/S変換部208により一列の信号に変換された後、誤り訂正復号化処理がなされることにより、再生可能な復号データとなる。

【0149】このように、本実施の形態においては、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、すべてのサブキャリアを、ピーク抑圧信号および情報信号の両方を伝送することが可能なサブキャリアとして設けている。

【0150】さらに、通常状態においては、全サブキャリアに情報信号が重畳される一方、ピーク抑圧状態においては、いずれかのサブキャリアにピーク抑圧信号が重畳され、これ以外のサブキャリアには情報信号が重畳される。

【0151】このような構成によれば、ピーク抑圧状態においては、ピーク抑圧信号をいずれかのサブキャリアに重畳することにより、OFDM信号におけるピーク電力を確実に抑圧できるとともに、通常状態においては、情報信号をすべてのサブキャリアに重畳することにより、伝送効率の低下を抑えることができる。

【0152】なお、本実施の形態においては、用いるサブキャリアの数を4とした場合を例にとり説明したが、用いるサブキャリアの数に限定はない。また、本実施の形態においては、OFDM信号の再生成時にピーク抑圧信号を重畳するサブキャリアの数を1つとした場合を例にとり説明したが、ピーク抑圧信号を重畳するサブキャリア数を2つ以上とすることも可能である。この場合には、OFDM信号におけるピーク電力をさらに抑圧することができる。

【0153】また、本実施の形態においては、OFDM信号の再生成時には、ピーク抑圧信号を重畳するサブキャリアを順次選択していき、ピーク電力が閾値以下となったOFDM信号をD/A変換部110に送る場合を例にとり説明したが、本発明は、これに限定されず、ピー

ク抑圧信号をすべてのサブキャリアに重畳して再生成されたOFDM信号を記憶しておき、記憶されたOFDM信号のうち最もピーク電力が小さいOFDM信号をD/A変換部110に送るようにしてもよい。これにより、できるだけOFDM信号のピーク電力を抑圧できるので、電力増幅器にける線形歪みの影響を小さくできる。

【0154】（実施の形態4）本実施の形態は、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、すべてのサブキャリアを情報信号のみを伝送するサブキャリアとして設けた上で、通常状態には、全サブキャリアに情報信号を重畳する一方、ピーク抑圧状態には、全サブキャリアの中から選択したサブキャリアによる情報信号の伝送を停止するものである。

【0155】以下、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた通信装置について、図7を参照して説明する。図7は、本発明の実施の形態4にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図7における実施の形態1（図1）と同様の構成については、図1におけるものと同一の符号を付して、詳しい説明を省略する。

【0156】図7において、ピーク検出部702は、実施の形態1におけるピーク検出部107と同様に、IFFFT部106からのOFDM信号の電力をシンボル単位で測定し、各シンボルにおけるOFDM信号について、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かを検出する。

【0157】このピーク検出部702は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しない場合には、このピーク電力が発生していないシンボルにおけるOFDM信号をD/A変換部110に送る。

【0158】また、このピーク検出部702は、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生した場合には、このピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号を一時的に記憶し、閾値を超えるピーク電力が発生した旨を無送信キャリア決定部701に通知し、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行うようにIFFFT部106を制御する。

【0159】さらに、このピーク検出部702は、IFFFT部106により再生成されたOFDM信号にも依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、第1繰り返し数が規定数に達するまで、無送信キャリア決定部701に対して閾値を超えるピーク電力が発生した旨を通知するとともに、ピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を続行するようにIFFFT部106を制御する。このとき、ピーク検出部702は、第1繰り返し数が規定数に達したときには、一時的に記憶された当該シンボルにおけるOFDM信号をクリップ回路109に送る。

【0160】無送信キャリア決定部701は、ピーク検

出部702からの通知内容に応じて、すなわち、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したか否かに応じて、スイッチ504～スイッチ507に対する切換制御を行う。

【0161】一方、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成については、実施の形態3（図6）で説明したものと同様であるので、詳しい説明を省略する。

【0162】次いで、本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の動作について、再度図7を参照して説明する。本装置が通常状態にある場合の動作については、無送信キャリア決定部701により、スイッチ504～スイッチ507がS/P変換部501からの第1系列～第4系列の送信データをIFFT部106に出力するように制御される点を除いて、実施の形態3と同様である。

【0163】本装置が通常状態からピーク抑圧状態に移行した場合には、次のような処理がなされる。すなわち、ピーク検出部702からIFFT部106に対して、閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が送られ、ピーク検出部702から無送信キャリア決定部701に対して、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生している旨が通知される。

【0164】この通知を受けた無送信キャリア決定部701により、スイッチ504～スイッチ507のうちのいずれか（ここでは一例としてスイッチ504）が、第1系列の送信データのIFFT部106に対する出力を停止するように制御される。

【0165】この後、IFFT部106においては、ピーク検出部702で閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおけるOFDM信号が再生成される。すなわち、第2サブキャリア～第4サブキャリアにそれぞれ第2系列～第4系列の送信データが重畳されたOFDM信号が生成される。ここで、第1サブキャリアにはいかなる信号も重畳されない。別言すれば、第1サブキャリアには、振幅が略零の信号が重畳されていることができる。

【0166】IFFT部106により再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部702により、実施の形態1と同様に、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生していない場合には、この再生成されたOFDM信号は、D/A変換部110に送られる。逆に、再生成されたOFDM信号に依然として閾値を超えるピーク電力が発生している場合には、ピーク検出部702からIFFT部106に対して、上記シンボルにおけるOFDM信号の再生成を行う旨の制御信号が再度送られ、ピーク検出部702から無送信キャリア

決定部701に対して、IFFT部106により生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生している旨が再度通知される。このとき、ピーク検出部702においては、OFDM信号の再生成についての第1繰り返し数が増加される。

【0167】この通知を受けた無送信キャリア決定部701により、今度は、スイッチ504を除くスイッチ505～スイッチ507のうちのいずれか（ここでは一例としてスイッチ505）が、第2系列の送信データのIFFT部106への出力を停止するように制御される。

【0168】この後、IFFT部106により上述したようなOFDM信号の再生成が行われるとともに、再生成されたOFDM信号は、ピーク検出部702において、上述したように、閾値を超えるピーク電力が発生しているか否かの検出がなされる。

【0169】以後、再生成されたOFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生しなくなるまで、IFFT部106に対する情報信号の出力を停止するスイッチが切り換えられながら、上述したような同一シンボルにおけるOFDM信号の再生成が繰り返される。ただし、上記第1繰り返し数が規定数に達した場合には、ピーク検出部702に一時的に記憶されたOFDM信号がクリップ回路109に送られる。この後、本装置はピーク抑圧状態から通常状態に移行する。

【0170】本実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置により送信された変調処理後のOFDM信号は、アンテナ113を介して、図6に示した受信装置により受信される。

【0171】図6を参照するに、FFT部205においては、実施の形態1で説明したように、デジタル信号に変換された復調信号がFFT処理されることにより、第1サブキャリア～第4サブキャリアにより伝送された各信号が抽出される。すなわち、FFT部205において、第1復調信号～第4復調信号が抽出される。

【0172】第1サブキャリア～第4サブキャリアのそれぞれにより伝送された第1復調信号～第4復調信号の中には、OFDM信号に閾値を超えるピーク電力が発生したシンボルにおいて情報信号を含まないものが存在する可能性がある。ところが、多少の誤りが許容される場合（例えば、図7に示した送信装置におけるS/P変換部501に入力される送信データが、既に誤り訂正符号化されている場合等）には、これら第1復調信号～第4復調信号は、P/S変換部208により一連の信号に変換された後、誤り訂正復号化処理がなされることにより、再生可能な復号データとなる。

【0173】このように、本実施の形態においては、ピーク抑圧信号のみを固定的に伝送するサブキャリアと情報信号のみを伝送するサブキャリアとを設けるのではなく、すべてのサブキャリアを情報信号のみのを伝送するサブキャリアとして設けている。

【0174】さらに、通常状態においては、全サブキャリアに情報信号を重畳する一方、ピーク抑圧状態においては、全サブキャリアの中から選択されたサブキャリアによる情報信号の伝送を停止する。

【0175】このような構成によれば、ピーク抑圧状態においては、いずれかのサブキャリアによる情報信号の伝送を停止することにより、OFDM信号におけるピーク電力を確実に抑圧できるとともに、通常状態においては、情報信号をすべてのサブキャリアに重畳することにより、伝送効率の低下を抑えることができる。

【0176】なお、本実施の形態においては、用いるサブキャリアの数を4とした場合を例にとり説明したが、用いるサブキャリアの数に限定はない。また、本実施の形態においては、OFDM信号の再生成時に情報信号を重畳しないサブキャリアの数を1つとした場合を例にとり説明したが、情報信号を重畳しないサブキャリア数を2つ以上とすることも可能である。この場合には、OFDM信号におけるピーク電力をさらに抑圧することができる。

【0177】また、本実施の形態においては、OFDM信号の再生成時には、情報信号の伝送を停止するサブキャリアを順次選択していき、ピーク電力が閾値以下となったOFDM信号をD/A変換部110に送る場合を例にとり説明したが、本発明は、これに限定されず、各サブキャリアの情報信号の伝送を停止した場合に再生成されたOFDM信号を記憶しておき、記憶されたOFDM信号のうち最もピーク電力が小さいOFDM信号をD/A変換部110に送るようにしてもよい。これにより、できるだけOFDM信号のピーク電力を抑圧できるので、電力増幅器にける線形歪みの影響を小さくできる。

【0178】また、上記実施の形態1～4においては、OFDM信号の再生成によっても依然としてピーク電力が発生している場合には、再生成された当該シンボルにおけるOFDM信号ではなく、ピーク検出部により記憶された当該シンボルにおけるOFDM信号（すなわち、最初に生成されたOFDM信号）を、クリップ回路109によりクリッピング処理して、D/A変換部110に送る場合を例にとり説明した。これは、本発明者らは、再生成されたOFDM信号が、ピーク抑圧信号または振幅が略零の信号等が所定のサブキャリアに重畳されて生成された信号であるのに対して、ピーク検出部により記憶された当該シンボルにおけるOFDM信号は、ピーク抑圧信号や振幅が略零の信号等が重畳されることなく生成された信号であることに着目しているからである。すなわち、本発明者らは、再生成されたOFDM信号をクリッピング処理した信号よりも、最初に生成されたOFDM信号をクリッピング処理した信号の方が、品質が良好であることに着目している。これにより、受信装置側における受信信号の品質が良好なものとなる。

【0179】また、上記実施の形態1および実施の形態

2においては、IFFT部106に入力される各系列の送信データのレートを統一するために、S/P変換部101により出力される各系列の送信データのうち誤り訂正符号化がなされる送信データを低レートとする場合を例にとり説明したが、誤り訂正符号化方式として、誤り訂正符号化後の送信データのレートが変わらない方式（例えば、トレリス符号化変調方式）を用いた場合には、S/P変換部101により出力される各系列の送信データのレートをすべて標準レートとすることができる。

【0180】さらに、上記実施の形態1～4で説明したマルチキャリア通信装置を備えた送信装置およびこの送信装置と無線通信を行う受信装置は、ディジタル移動体通信システムにおける通信端末装置や基地局装置に搭載可能なものである。

【0181】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、マルチキャリア信号にピーク電力が発生しない場合には、すべての搬送波に対して情報信号を重畳し、マルチキャリア信号にピーク電力が発生した場合には、すべての搬送波のうちの特定搬送波に対して、情報信号に代えてピーク電力を抑圧するための信号を重畳するようにしたので、伝送効率の低下を抑えつつ、ピーク電力を抑圧するマルチキャリア通信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図

【図2】上記実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成を示すブロック図

【図3】（a）上記実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置におけるIFFT部に入力される送信データの様子の一例を示す模式図

（b）上記実施の形態1にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置におけるIFFT部に入力される送信データの様子の一例を示す模式図

【図4】本発明の実施の形態2にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施の形態3にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図

【図6】上記実施の形態3にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置と無線通信を行う受信装置の構成を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態4にかかるマルチキャリア通信装置を備えた送信装置の構成を示すブロック図

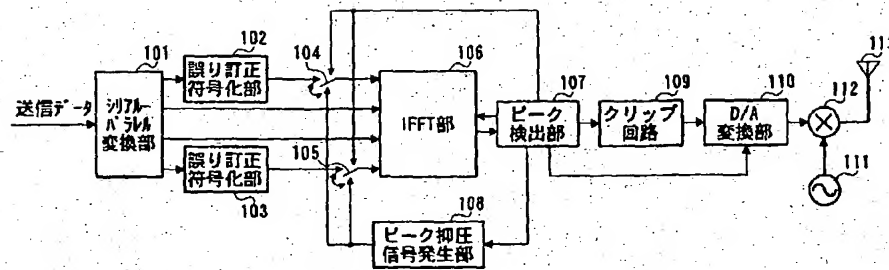
【符号の説明】

101、501 シリアルーパラレル変換部
102、103 誤り訂正符号化部
104、105、504～507 スイッチ
106 IFFT部

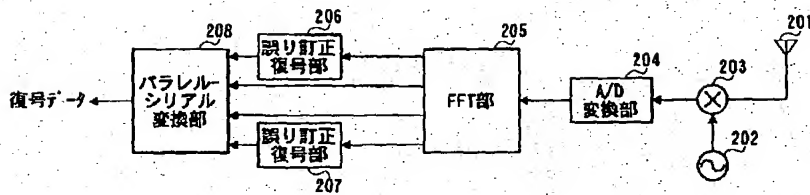
107, 401, 503, 702 ピーク検出部
 108 ピーク抑圧信号発生部
 109 クリップ回路

402 送信停止部
 502 補償キャリア決定部
 701 無送信キャリア決定部

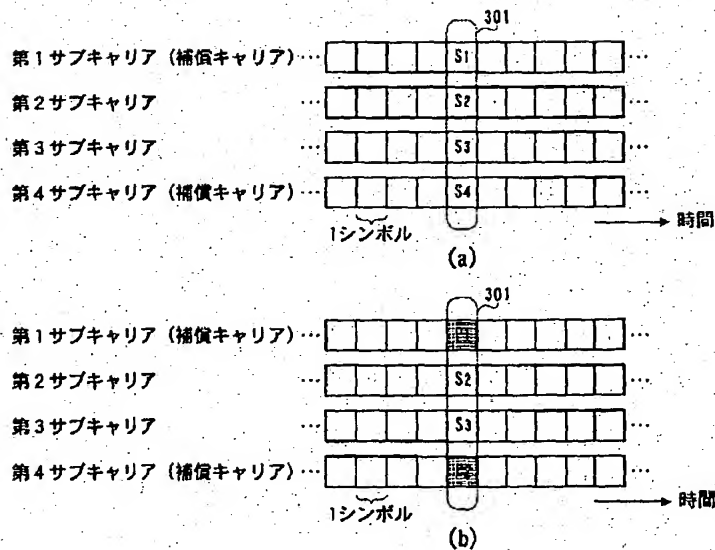
【図1】



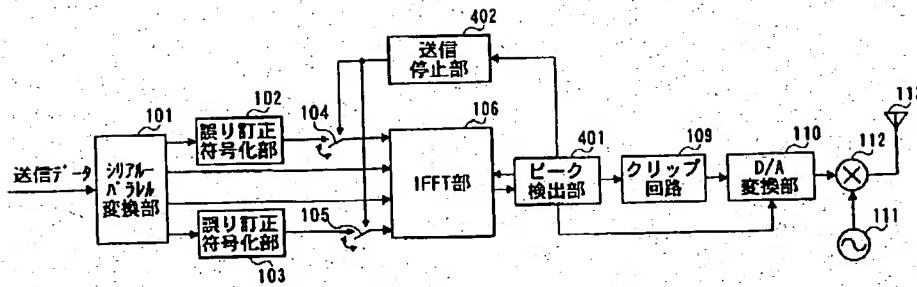
【図2】



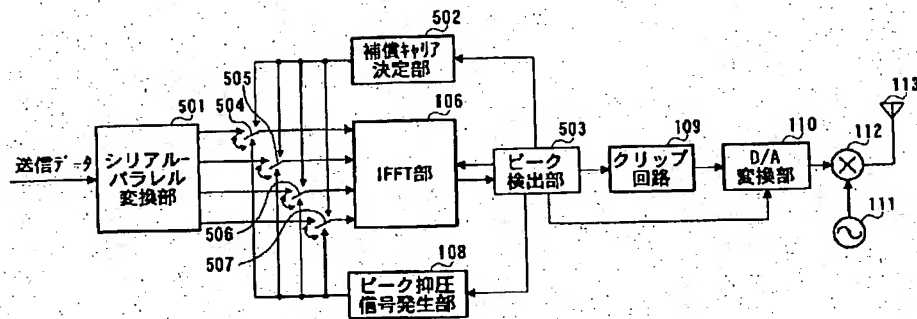
【図3】



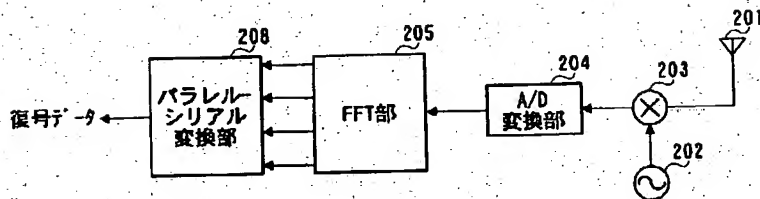
【図4】



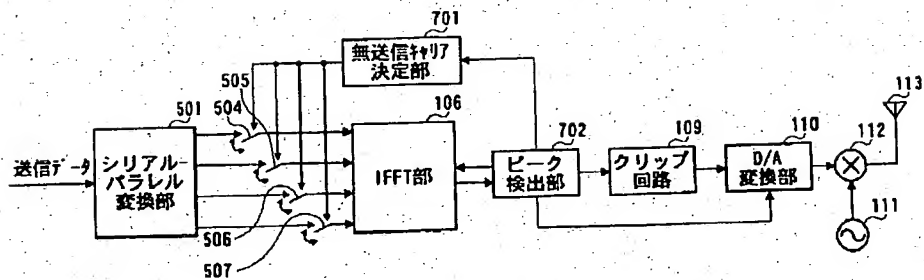
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 修
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5K014 AA01 BA06 BA10 FA11 HA05
HA10
5K022 DD01 DD13 DD17 DD19 DD23
DD24